

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/02840 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01N 21/89**,
G07C 3/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/05085

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Juni 2000 (02.06.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 30 173.5 30. Juni 1999 (30.06.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **PARSYTEC COMPUTER GMBH** [DE/DE]; Auf
der Huels 183, D-52068 Aachen (DE).

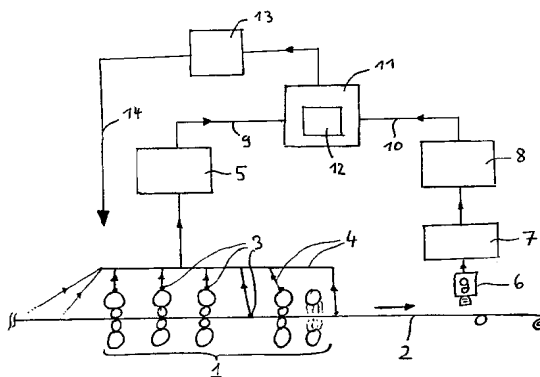
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BURKHARDT, Stef-**
fen [DE/DE]; Zum Adelsberg 28, D-09128 Chemnitz
(DE). **SCHÄFER, Karl** [DE/DE]; Martin Luther Platz 13,
D-52062 Aachen (DE).

(74) Anwalt: **KAHLHÖFER, Hermann**; Bardehle Pagenberg
Dost Altenburg Geissler Isenbruck, Uerdinger Str. 5,
D-40474 Düsseldorf (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PROCESS-OPTIMIZING REGULATION OF PARAMETERS IN A PRODUCTION
PROCESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PROZESSOPTIMIERENDEN EINSTELLUNG VON PARAME-
TERN EINES PRODUKTIONSPROZESSES



(57) Abstract: The invention relates to a method for process-optimizing regulation of parameters in a production process for a long flat product (2) aimed at obtaining a predetermined quality. The surface of the product (2) is observed in an appropriate step of the production process by means of a surface inspection system (6), whereby on the basis of said observation data (8), the entire surface is plotted as a surface map with established surface characteristics in the form of surface data and the surface characteristics are classified according to the different types and/or sizes and/or frequency and registered in the surface map according to their position. Production data and product data are jointly fed to a data processing unit (11) in which they are analyzed to determine correlations between them, whereby rules dealing with the dependence of product data upon given production data are determined so that process parameters can be regulated in line with the rules thus determined to obtain a desired quality. The invention makes it possible to recognize interrelationships between process parameters and the emergence of surface errors, for instance in continuous casting and rolling facilities for steel sheets.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur prozeßoptimierenden Einstellung von Parametern eines Produktionsprozesses für ein langgestrecktes flächiges Produkt (2) zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität. Die Oberfläche des Produktes (2) wird mittels eines Oberflächen-Inspektions-Systems (6) in einer geeigneten Stufe des Produktionsprozesses beobachtet, wobei aus den Beobachtungsdaten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/02840 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(8) die gesamte Oberfläche als eine Art Oberflächenkarte mit festgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden. Die Produktionsdaten und die Produktdaten werden gemeinsam einer Datenverarbeitungseinheit (11) zugeführt und dort auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht, wobei Regeln festgestellt werden, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten abhängen, so daß die Prozeßparameter entsprechend den festgestellten Regeln zur Erzielung einer gewünschten Qualität eingestellt werden können. Die Erfindung ermöglicht z. B. bei Gießwalzanlagen für Stahlblech die Erkennung von Zusammenhängen zwischen Prozeßparametern und dem Auftreten von Oberflächenfehlern.

**Verfahren und Vorrichtung zur prozeßoptimierenden
Einstellung von Parametern eines Produktionsprozesses**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Einstellung von Prozeßparametern eines Produktionsprozesses für ein langgestrecktes flächiges Produkt zur Erzielung einer vorgebbaren Produktqualität.

10 Bei Produktionsprozessen, insbesondere kontinuierlichen Prozessen zur Herstellung langgestreckter flächiger Produkte, beispielsweise Walzstahl, ist es erforderlich, eine große Zahl von Prozeßparametern auf geeignete Werte einzustellen, um einen reibungslosen Produktionsablauf und eine gute Qualität des Produktes zu erreichen.

15

Betrachtet man beispielsweise die Herstellung von Walzstahl, die als besonderes Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung beispielhaft hervorgehoben wird, so wird erkennbar, daß zahlreiche Produktionsparameter Einfluß auf das Endprodukt haben. Dies beginnt mit der metallurgischen Zusammensetzung der
20 Schmelze, mit deren Behandlung in der Schmelzpfanne, setzt sich bei den Parametern während des Gießvorganges und der dort herrschenden Temperaturverläufe fort und betrifft dann insbesondere das Warmwalzwerk mit vielen Parametern wie Walzendruck, Temperatur des Bandes usw.. Eine große Zahl von Meßwerten in allen Produktionsstufen dient zur Regelung der
25 Produktionsparameter, wobei es oft jahrzehntelanger Erfahrung des Bedienungspersonals bedarf, um einen Produktionsprozeß stabil zu führen und eine jeweils gewünschte Produktqualität zu erreichen. Besonders bei neu konstruierten und/oder neu gebauten Anlagen ist es oft schwierig, die richtigen Produktionsparameter für die Erzielung einer bestimmten Produktqualität
30 herauszufinden.

- 2 -

Natürlich können schon immer einfache Produktcharakteristika wie Breite und Dicke des Bandes während des Produktionsprozesses gemessen und durch Veränderung von für diese Charakteristika entscheidenden Produktionsparametern geregelt werden.

5

Für flächige Produkte sind jedoch nicht nur die Abmessungen und die Zusammensetzung des Materials von Bedeutung, sondern ganz besonders auch die Oberflächenbeschaffenheit. Während es früher praktisch nicht möglich war, bei einem schnellaufenden Band die Oberfläche kontinuierlich zu inspizieren, Fehler zu erkennen und zu klassifizieren, gibt es seit einiger Zeit Oberflächeninspektionssysteme auf der Basis von Kameras mit nachgeschalteten vernetzten Bildanalysesystemen, die auch bei einem laufenden Band eine Oberflächeninspektion ermöglichen.

15 Bisher wurden solche Oberflächeninspektionssysteme für die Qualitätskontrolle eingesetzt, d. h. diese Systeme fertigten eine Art Landkarte von der Oberfläche eines Stahlbandes an, auf der beobachtete Fehler mit ihrer Position eingetragen und auch nach Art und Häufigkeit und z. B. Periodizität klassifiziert werden konnten. Auf diese Weise konnten fertiggestellte Blechrollen mit Qualitätszeugnissen versehen werden, die Hinweise auf Ort, Art und/oder Häufigkeit von Fehlern gaben. Ein solches Oberflächeninspektionssystem ist beispielsweise in der DE 197 20 307 A1 oder der DE 197 30 622 beschrieben.

25 Die Oberflächenkarten konnten bei einer späteren Untersuchung wertvolle Hinweise darauf geben, an welchen Stellen im Produktionsprozeß bestimmte Fehler verursacht wurden, jedoch ließ sich dies weder automatisieren noch systematisieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mittels eines Oberflächeninspektionssystems gewonnenen Daten systematisch auf eventuelle Korrelationen mit Prozeßdaten zu untersuchen mit dem Ziel, Abhängigkeiten der

30

Produktqualität von bestimmten Prozeßparametern zu finden und so einen Prozeß schneller und sicherer zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität steuern zu können. Insbesondere soll die Korrelation auch online bei Produktionsprozessen eingesetzt werden können, insbesondere bei Gießwalzanlagen für Stahlbleche im

5 Warmwalzprozeß. Neben dem Auffinden von gesetzmäßigen Zusammenhängen zwischen Produktionsparametern und Produktqualität soll insbesondere auch eine sofortige Rückkopplung auf den Produktionsprozeß zur Regelung der für bestimmte Abweichungen in der Qualität verantwortlichen Parameter erreicht werden.

10

Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Verfahren nach dem Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung gemäß Anspruch 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

15 Zur Veranschaulichung der Komplexität des zu lösenden Problems sei zunächst darauf hingewiesen, daß die Zahl der Meßwerte in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel etwa 1.000.000 Werte pro Minute erreichen kann. Auch die Daten eines Oberflächeninspektionssystems erreichen etwa diese Größenordnung. Dabei können die Parameter verschiedener Art sein zur Kennzeichnung

20 kontinuierlicher oder diskreter Größen oder rein boolsche Parameter, die nur zwei Werte annehmen können.

Erfindungsgemäß werden zahlreiche Prozeßparameter des Produktionsprozesses in Abhängigkeit von der Zeit in Form von Prozeßdaten aufgezeichnet und die

25 Prozeßdaten in mindestens einer ersten Datenverarbeitungsarbeit verarbeitet und als Produktionsdaten ausgegeben. Gleichzeitig wird die Oberfläche des Produktes mittels eines Oberflächeninspektionssystems innerhalb oder am Ende des Produktionsprozesses beobachtet, wobei aus den Beobachtungsdaten in mindestens einer zweiten Datenverarbeitungseinheit die Oberfläche als eine Art

30 Oberflächenkarte mit festgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach

- 4 -

verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden. Die verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen werden als Produktdaten ausgegeben. Die Produktionsdaten und die Produktdaten werden

5 anschließend gemeinsam mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit zugeführt und dort auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht, wobei Regeln festgestellt werden, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten abhängen. Danach können die Prozeßparameter entsprechend den festgestellten Regeln und deren Interpretation in Form von geeigneten

10 Steuerungssignalen zur Erzielung einer gewünschten Qualität eingestellt werden. Durch die Vorselektion und Auswertung sowohl der Produktionsdaten als auch der Produktdaten in parallel laufenden Datenverarbeitungseinheiten stehen ausgewählte, schon nach gewissen Gesichtspunkten vorsortierte und bewertete Produktions- und Produktdaten für eine Korrelationsuntersuchung zur Verfügung.

15 In der dritten Datenverarbeitungseinheit ist daher ein Korrelationsmodul installiert, welches die zugeführten Daten auf signifikante Korrelationen untersucht. Für ein solches Korrelationsmodul kommen verschiedene Korrelationsprinzipien in Betracht. Beispiele hierfür sind neuronale Verfahren und statistische Verfahren. Bevorzugt wird bei der vorliegenden Erfindung ein

20 Programm, welches darauf beruht, daß die zu korrelierenden Daten in einem Datenraum möglichst so dargestellt werden, daß die Entropie ein Minimum erreicht. Dabei ergeben sich Häufungen von Daten an bestimmten Stellen im Datenraum, die auf Korrelationen hinweisen und in Form von Gesetzmäßigkeiten bzw. Abhängigkeiten formuliert werden können.

25

Ein solcher Korrelator liefert als Ergebnis zunächst empirisch und ohne jede theoretische Erklärung Zusammenhänge zwischen Produktionsparametern und Produktdaten, aus denen Sollwerteinstellungen für die Produktionsparameter zur Erzielung bestimmter Produktqualitäten abgeleitet und bei der Produktion

30 eingestellt werden können.

Die Erfindung ermöglicht es erstmals, komplexe Oberflächendaten des Endproduktes mit Produktionsparametern quasi online zu korrelieren und erlaubt damit das Auffinden von Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhängen, die aufgrund ihrer Komplexität bisher nicht erkannt werden konnten. Erst die Aufbereitung von
5 Oberflächendaten durch Erkennung und Klassifikation von Oberflächenfehlern erlaubt es, die Datenflut bei der Beobachtung der Oberfläche durch Kameras auf ein Maß zu bringen, welches eine genügend schnelle Untersuchung auf Korrelationen mit Produktionsparametern zuläßt.

10 Wichtig bei der großen Flut von Daten ist die Funktion der ersten Datenverarbeitungseinheit 5, und der zweiten Datenverarbeitungseinheit 8. Dort kann eine Vorauswahl von Daten, eine sogenannte Aggregation der Daten erfolgen nach vom Benutzer vorgebbaren Kriterien, um für die jeweilige Aufgabe oder generell als unwichtig erkannte Daten auszuschließen. Andererseits können
15 dort auch bestimmte als wichtig erkannte Primärdaten ohne jede Verarbeitung schnell weitergeleitet werden, damit diese in der dritten Datenverarbeitungseinheit zur Analyse von Korrelationen zur Verfügung stehen. Insbesondere können nach dem Auffinden bestimmter Korrelationen gerade die Daten weitergeleitet werden, die mit anderen Daten korrelieren.

20 Beim Betrieb der ganzen Vorrichtung ergeben sich mit Analyse zunehmender Datenmengen und durch Auffinden verschiedener Korrelationen eine gewisse Anzahl von Abhängigkeiten, die einerseits als Regeln visualisiert, ausgedruckt oder gespeichert werden können, die andererseits aber auch automatisch zur
25 Steuerung der Produktionsanordnung zur Einhaltung einer bestimmten Qualität rückgekoppelt werden können.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf das diese jedoch nicht beschränkt ist, ist schematisch in der Zeichnung dargestellt und dient zur weiteren Erläuterung
30 der Erfindung.

- 6 -

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Produktionsanordnung 1, insbesondere ein Warmwalzwerk zur Herstellung eines Produktes 2, im vorliegenden Falle Walzstahl, vorhanden. Nicht dargestellt in der Zeichnung sind die dem Warmwalzwerk vorgeschalteten Produktionsschritte, nämlich die

5 sogenannte sekundärmetallurgische Pfannenbehandlung und ein Gießprozeß, bei dem der Inhalt einer Gießpfanne zur Herstellung eines Bandmaterials vergossen, gekühlt und durch einen Tunnelofen geführt wird. Alle Stufen des Herstellungsprozesses sind mit einer großen Zahl von Meßaufnehmern 3 ausgestattet, die über Meßleitungen 4 Meßwerte weiterleiten, welche nach dem

10 Stand der Technik in einem Fertigungsleitsystem zur Regelung der Produktionsanordnung 1 bzw. der vorgeschalteten Produktionsprozesse genutzt werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung werden diese Meßwerte zusätzlich einer ersten Datenverarbeitungseinheit zugeführt, in der eine Vorauswertung oder Auswahl, eine sogenannte Aggregation der Daten vorgenommen wird. Wie in der

15 Zeichnung durch einen Pfeil angedeutet, läuft das Produkt 2 nach dem Warmwalzen und Glühen unter einem Oberflächeninspektionssystem 6 hindurch, bevor es aufgewickelt wird. Das Oberflächeninspektionssystem 6 besteht insbesondere aus einer über die Breite des Produktes 2 verteilten Anzahl von Kameras mit nachgeschaltetem, vernetztem Bildanalysesystem. Ein solches

20 System ist beispielsweise in dem Prospekt "Automatic Hotstrip Surface Inspection HTS-2W" der Parsytec Computer GmbH, Auf der Huels 183, D-52068 Aachen, Germany, beschrieben. Es kann aus den von den Kameras aufgenommenen Bilddaten eine Art Oberflächenkarte des inspizierten Produktes erstellen, in der bestimmte Oberflächenmerkmale, insbesondere Fehler im Produkt, eingetragen

25 werden, wobei unterschiedliche Oberflächenmerkmale nach ihrer Art, und/oder ihrer Form und/oder ihrer Größe und/oder ihrer Häufigkeit und/oder nach anderen Gesichtspunkten klassifiziert werden können, wodurch die von den Kameras erzeugte Datenflut reduziert und zur Charakterisierung der Qualität des Produktes ausgewertet wird. Nach dem Stand der Technik können diese Qualitätsdaten dem

30 hergestellten Produkt, beispielsweise einer Rolle Walzstahlband als Qualitätszeugnis beigegeben werden. Obwohl natürlich die Betrachtung solcher

Oberflächenkarten auch bisher schon dem Fachmann wichtige Hinweise auf eventuelle Fehler oder falsch eingestellte Parameter im Produktionsprozeß geben konnte, beispielsweise durch die Periodizität bestimmter Oberflächenfehler auf Schäden an einer Walze hindeuten konnte, so war bisher doch eine systematische
5 Verwendung von aufbereiteten Oberflächendaten für eine verbesserte Führung des Produktionsprozesses nicht möglich.

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die Oberflächendaten nunmehr einer zweiten Datenverarbeitungseinheit 8 zugeführt, in der eine Aggregation der Daten
10 durchgeführt wird. Je nach den Anforderungen an diese Aggregation kann die zweite Datenverarbeitungseinheit 8 auch in das ohnehin vorhandene Bildanalysesystem 7 des Oberflächeninspektionssystems 6 integriert sein.

Die erste Datenverarbeitungseinheit 5 und die zweite Datenverarbeitungseinheit 8
15 stehen über eine erste Datenleitung 9 bzw. eine zweite Datenleitung 10 mit einer dritten Datenverarbeitungseinheit 11 in Verbindung. Dort werden die aggregierten Produktionsdaten und Produktdaten zusammengeführt und in einem Korrelationsmodul 12 auf zwischen ihnen vorhandene Korrelationen untersucht. Nachdem in den vorgeordneten Datenverarbeitungseinheiten 5, 8 die
20 Datenmengen im Hinblick auf die jeweils zu suchenden Korrelationen reduziert wurden, kann im Korrelationsmodul 12 grundsätzlich jede bekannte Art der Korrelationssuche eingesetzt werden. Hierfür sind verschiedene Wege in der Literatur bekannt, wobei auch verschiedene Methoden zum Auffinden von Korrelationen nacheinander oder gleichzeitig eingesetzt werden können. Als
25 besonders günstig für den hier beschriebenen Fall haben sich sogenannte "Data-Mining Tools" erwiesen. Solche Korrelationsmodule wurden bisher nur für das Auffinden von Korrelationen zwischen einfachen Produktdaten und den Parametern eines Produktionsprozesses eingesetzt.

30 Durch Klassifizierung von Oberflächenmerkmalen und Vorauswertung ist es erfindungsgemäß erstmals möglich, Oberflächendaten so zur Verfügung zu

stellen, daß eine Korrelation mit Produktionsdaten möglich wird. Bei geeigneter Vorauswahl ist die Korrelationsanalyse im Korrelationsmodul 12 sogar so schnell, daß erste Ergebnisse vom Anfang des Stahlbandes schon vorliegen, während noch dieselbe Schmelze aus einer Gießpfanne vergossen wird. Eine Rückkopplung des Ergebnisses der Korrelation in den Produktionsprozeß ist daher quasi online möglich. Jedenfalls aber können Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Oberflächendaten, die bei flächigen Produkten die wichtigste Information über die Qualität enthalten, und Produktionsparametern gewonnen werden, die bisher überhaupt nicht oder nur durch sehr langfristige Beobachtungen gewonnen werden konnten.

Im Ergebnis liefert die vorliegende Erfindung durch eine Ausgabe-/Anzeigeeinheit 13 bestimmte Regeln, die die Voraussage bestimmter Oberflächenmerkmale des Produktes bei bestimmten Werten für Prozeßparameter und damit eine gezielte Prozeßführung zur Erzielung einer bestimmten Oberflächenqualität ermöglichen. Außerdem können aufgrund der aufgefundenen Relationen Meßergebnisse des Oberflächeninspektionssystems direkt zur Regelung von Prozeßparametern über eine Rückkopplung 14 in die Produktionsanordnung 1 eingespeist werden.

Die Erfindung ermöglicht das schnelle Sammeln von Erkenntnissen, auf welche Weise Produktionsparameter, insbesondere bei einer Gießwalzanlage für Stahlblech, mit bestimmten Oberflächeneigenschaften zusammenhängen, wodurch eine gezieltere Prozeßführung zur Herstellung bestimmter Qualitäten und ein schnelleres Einfahren von Neuanlagen ermöglicht wird. Das hier am Beispiel einer Walzanlage beschriebene Prinzip kann auch bei anderen Produktionsanlagen von flachen Bandmaterialien, z.B. Beschichtungsanlagen, Papierproduktionseinrichtungen etc. mit gleichen Vorteilen eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|----|----------------------------------|
| | 1 | Produktionsanordnung |
| | 2 | Produkt |
| 5 | 3 | Meßaufnehmer |
| | 4 | Meßleitungen |
| | 5 | erste Datenverarbeitungseinheit |
| | 6 | Oberflächen-Inspektionssystem |
| | 7 | Bildanalysesystem |
| 10 | 8 | zweite Datenverarbeitungseinheit |
| | 9 | erste Datenleitung |
| | 10 | zweite Datenleitung |
| | 11 | dritte Datenverarbeitungseinheit |
| | 12 | Korrelationsmodul |
| 15 | 13 | Ausgabe-/Anzeigeeinheit |
| | 14 | Rückkopplung |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung von Prozeßparametern eines Produktionsprozesses für ein langgestrecktes flächiges Produkt (2) zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität mit folgenden Merkmalen:
- 5
- a. es werden zahlreiche Prozeßparameter des Produktionsprozesses in Abhängigkeit von der Zeit in Form von Prozeßdaten aufgezeichnet,
- b. die Prozeßdaten werden in mindestens einer ersten Datenverarbeitungseinheit (5) verarbeitet und als Produktionsdaten
- 10
- c. die Oberfläche des Produktes (2) wird mittels eines Oberflächen-Inspektions-Systems (6) innerhalb oder am Ende des Produktionsprozesses in einem Prozeßschritt beobachtet, wobei aus den Beobachtungsdaten in mindestens einer zweiten Datenverarbeitungseinheit (8) die gesamte
- 15
- Oberfläche als eine Art Oberflächenkarte mit feststellgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden,
- 20
- d. die verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen werden als Produktdaten ausgegeben,
- e. die Produktionsdaten und die Produktdaten werden gemeinsam mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit (11) zugeführt und dort auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht, wobei Regeln
- 25
- festgestellt werden, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten abhängen,
- f. die Prozeßparameter werden entsprechend den festgestellten Regeln zur Erzielung einer gewünschten Qualität eingestellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Produkt (2) Walzstahl und der Produktionsprozeß ein Walzprozeß, insbesondere ein Warmwalzprozeß in einer Gießwalzanlage, ist.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Oberflächen- Inspektionssystem (6) eine mehrere Sensoren, insbesondere Kameras, mit nachgeschalteten Bildanalysesystemen aufweisende Anordnung ist.
- 10 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Untersuchung auf Korrelationen zwischen Produktions- und Produktdaten ein an sich bekanntes Korrelationsprogramm ist, insbesondere ein Korrelationsprogramm, welches die Entropie im Datenraum betrachtet und Korrelationen durch Auffinden von Datenkonstellationen mit minimaler Entropie erkennt.
- 15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Oberflächeninspektionssystem (6) on-line oder off-line die Oberflächendaten analysiert, so daß die Produktdaten schon während der Produktion zur Verfügung stehen und erkannte Korrelationen direkt zur Einstellung von Produktionsparametern zur Erzielung oder Erhaltung eine vorgebbaren Qualität genutzt werden können.
- 20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach Erkennung bestimmter Korrelationen in der ersten bzw. der zweiten Datenverarbeitungseinheit Produktionsdaten bzw. Produktdaten, die keinerlei Korrelationen zeigen, ausgefiltert und von der Weiterverarbeitung in der dritten Datenverarbeitungseinheit (11) ausgeschlossen werden.
- 25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der ersten (5) bzw. zweiten (8) Datenverarbeitungseinheit bestimmte Produktionsdaten bzw. Produktdaten ohne vorherige Analyse, Filterung oder Bearbeitung zu der
- 30

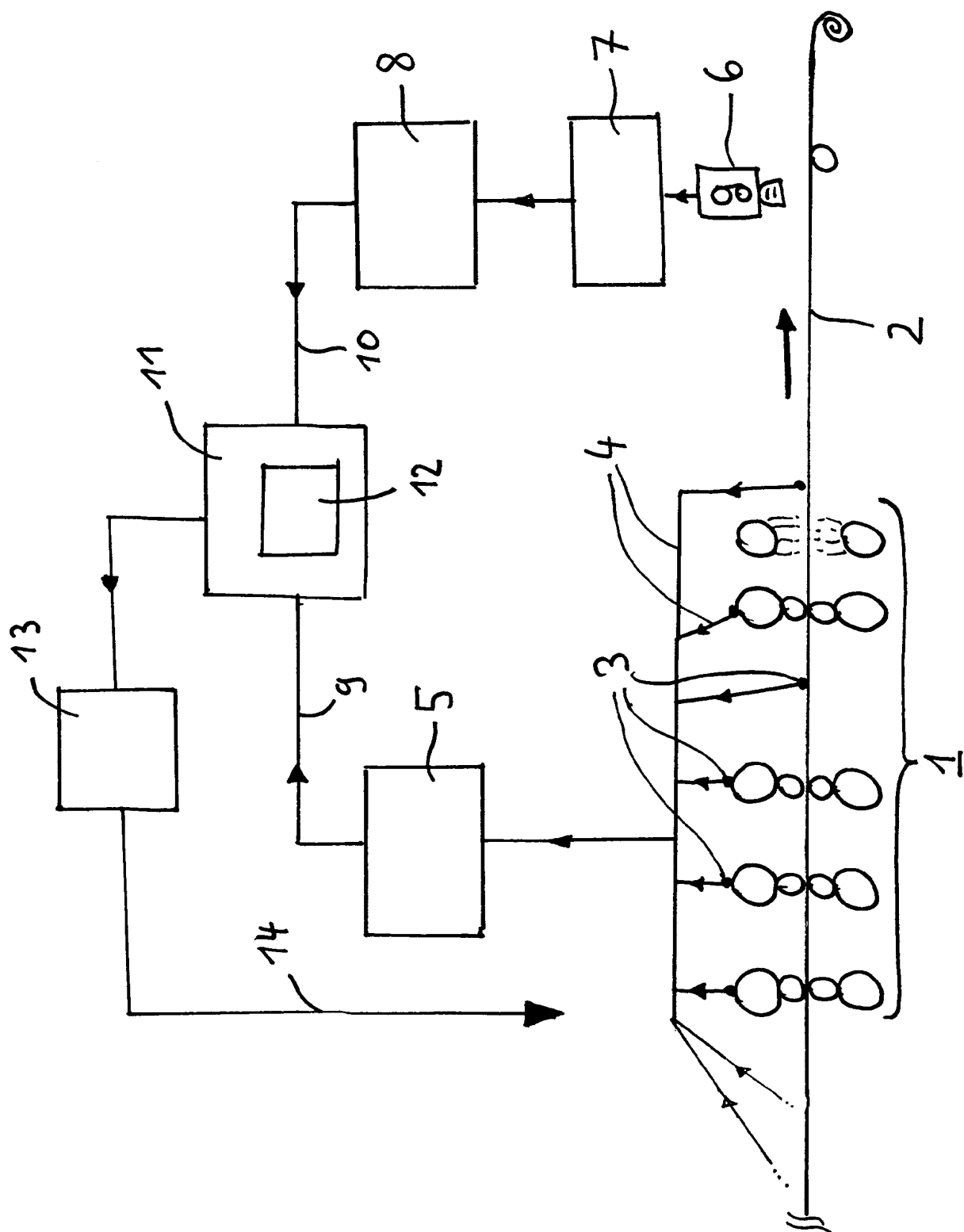
dritten Datenverarbeitungseinheit (11) weitergeleitet werden, um eventuelle Korrelationen mit diesen unbearbeiteten Daten auffinden zu können.

8. Vorrichtung zur Einstellung von Prozeßparametern eines Produktionsprozesses in einer Produktionsanordnung (1) für ein langgestrecktes flächiges Produkt (2) zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität mit folgenden Merkmalen:
- a. in der Produktionsanordnung (1) sind zahlreiche Meßaufnehmer (3) für Prozeßparameter des Produktionsprozesses vorhanden, die mit mindestens einer ersten Datenverarbeitungseinheit (5) verbunden sind, in der die Prozeßdaten verarbeitet und als Produktionsdaten ausgegeben werden,
 - b. es ist mindestens ein Oberflächen-Inspektionssystem (6) in einer Stufe der Produktionsanordnung (1) vorhanden, welches die Oberfläche des Produktes überwacht und mit mindestens einer zweiten Datenverarbeitungseinheit (8) verbunden ist, in der die Oberfläche als eine Art Oberflächenkarte mit festgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden, wobei die verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen als Produktdaten ausgegeben werden,
 - c. die Ausgänge der ersten (5) und der zweiten (8) Datenverarbeitungseinheit stehen mit mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit (11) mit einem Korrelationsmodul (12) in Verbindung, so daß die Produktionsdaten und die Produktdaten gemeinsam auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht werden können, wobei Regeln festgestellt werden können, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten abhängen,
 - d. es ist eine Ausgabe- oder Visualisierungseinheit (14) vorhanden, von der die festgestellten Korrelationen und/oder Regeln ausgegeben werden

- 13 -

können, so daß die Produktionsparameter entsprechend der gewünschten Produktqualität einstellbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Produktionsanordnung (1) eine
5 Bandproduktionsanordnung, insbesondere eine Gießwalzanordnung für Stahlband, ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Oberflächen-
Inspektionssystem (6) eine mehrere Sensoren, insbesondere Kameras, mit
10 nachgeschaltetem Bildanalysesystem (7) aufweisende Anordnung ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8, 9 oder 10, wobei das
Korrelationsmodul (12) für die Untersuchung auf Korrelationen zwischen
Produktions- und Produktdaten ein Korrelationsprogramm enthält, welches die
15 Entropie im Datenraum betrachtet und Korrelationen durch Auffinden von
Datenkonstellationen mit minimaler Entropie erkennt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei der Ausgang der
dritten Datenverarbeitungseinheit (11) mit Steuer- und Regeleinrichtungen für
20 den Produktionsprozeß verbunden (14) ist, um eine automatische oder semi-
automatische Rückkopplung und Umsetzung der Korrelationsergebnisse in
den Produktionsprozeß zu ermöglichen.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die erste, die zweite
25 und die dritte Datenverarbeitungseinheit (5, 8, 11) räumlich beabstandet
voneinander angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die erste, die zweite
und die dritte Datenverarbeitungseinheit (5, 8, 11) in eine gemeinsame
30 Datenverarbeitungszentrale integriert sind.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/05085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N21/89 G07C3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N G07C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|------------------------------------|
| A | <p>US 5 745 365 A (PARKER JOHN RUSSELL) 28 April 1998 (1998-04-28)</p> <p>abstract column 3, line 61 - line 63 column 4, line 5 - line 35 claims 1,5,6</p> <p style="text-align: center;">--- -/--</p> | <p>1,2,4,5, 8,9,11, 12</p> |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2000

Date of mailing of the international search report

22/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verdoodt, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/05085

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | <p>RINN R ET AL: "Parsytec HTS-2: defect detection and classification through software vs. dedicated hardware" REAL-TIME IMAGING IV, SAN JOSE, CA, USA, 25 JAN. 1999, vol. 3645, pages 110-121, XP000937736 Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1999, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X abstract page 111, paragraph 1 - paragraph 3 page 114, last paragraph page 115, paragraph 1 - paragraph 2 -----</p> | 1-3,8-10 |
| A | <p>US 5 899 959 A (SHIELDS WILLIAM R ET AL) 4 May 1999 (1999-05-04) abstract column 1, line 13 - line 59 column 2, line 53 - line 59 column 5, line 58 -column 6, line 10 column 9, line 30 - line 53 column 10, line 10 - line 25 -----</p> | 1,3,8,10 |
| A | <p>US 4 752 897 A (ZOELLER LEON R ET AL) 21 June 1988 (1988-06-21) abstract column 5, line 16 - line 23 -----</p> | 1,8 |
| A | <p>DE 196 32 269 A (WESTVACO CORP) 13 February 1997 (1997-02-13) column 3, line 7 - line 30 -----</p> | 1,4,5,8, 11,12 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/05085

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| US 5745365 A | 28-04-1998 | AU 2571895 A CA 2190853 A EP 0765474 A FI 965009 A WO 9534810 A | 05-01-1996 21-12-1995 02-04-1997 16-12-1996 21-12-1995 |
| US 5899959 A | 04-05-1999 | NONE | |
| US 4752897 A | 21-06-1988 | DE 3885409 D DE 3885409 T EP 0312580 A JP 1503420 T WO 8808588 A | 09-12-1993 19-05-1994 26-04-1989 16-11-1989 03-11-1988 |
| DE 19632269 A | 13-02-1997 | US 5684707 A CA 2182555 A FI 963120 A GB 2304195 A JP 9184718 A SE 9602938 A | 04-11-1997 12-02-1997 12-02-1997 12-03-1997 15-07-1997 12-02-1997 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. .ales Aktenzeichen

PCT/EP 00/05085

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01N21/89 G07C3/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N G07C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|------------------------------------|
| A | <p>US 5 745 365 A (PARKER JOHN RUSSELL) 28. April 1998 (1998-04-28)</p> <p>Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 61 - Zeile 63 Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 35 Ansprüche 1,5,6</p> <p>---</p> <p>-/--</p> | <p>1,2,4,5, 8,9,11, 12</p> |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. September 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo.nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Verdoodt, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/05085

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|---|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| A | <p>RINN R ET AL: "Parsytec HTS-2: defect detection and classification through software vs. dedicated hardware" REAL-TIME IMAGING IV, SAN JOSE, CA, USA, 25 JAN. 1999, Bd. 3645, Seiten 110-121, XP000937736 Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1999, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X Zusammenfassung Seite 111, Absatz 1 - Absatz 3 Seite 114, letzter Absatz Seite 115, Absatz 1 - Absatz 2 -----</p> | 1-3,8-10 |
| A | <p>US 5 899 959 A (SHIELDS WILLIAM R ET AL) 4. Mai 1999 (1999-05-04) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 59 Spalte 2, Zeile 53 - Zeile 59 Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 10 Spalte 9, Zeile 30 - Zeile 53 Spalte 10, Zeile 10 - Zeile 25 -----</p> | 1,3,8,10 |
| A | <p>US 4 752 897 A (ZOELLER LEON R ET AL) 21. Juni 1988 (1988-06-21) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 23 -----</p> | 1,8 |
| A | <p>DE 196 32 269 A (WESTVACO CORP) 13. Februar 1997 (1997-02-13) Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 30 -----</p> | 1,4,5,8, 11,12 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/EP 00/05085

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| US 5745365 A | 28-04-1998 | AU 2571895 A CA 2190853 A EP 0765474 A FI 965009 A WO 9534810 A | 05-01-1996 21-12-1995 02-04-1997 16-12-1996 21-12-1995 |
| US 5899959 A | 04-05-1999 | KEINE | |
| US 4752897 A | 21-06-1988 | DE 3885409 D DE 3885409 T EP 0312580 A JP 1503420 T WO 8808588 A | 09-12-1993 19-05-1994 26-04-1989 16-11-1989 03-11-1988 |
| DE 19632269 A | 13-02-1997 | US 5684707 A CA 2182555 A FI 963120 A GB 2304195 A JP 9184718 A SE 9602938 A | 04-11-1997 12-02-1997 12-02-1997 12-03-1997 15-07-1997 12-02-1997 |